

**BEST AVAILABLE COPY**

Japanese Patent Laid-open Publication No. 2000-188585 A

Publication date : July 4, 2000

Applicant : Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.

Title : OFDM RECEIVER

5

(57) [Abstract]

[Problem to be solved] To perform appropriate antenna diversity at the time of a frequency selective fading.

[Solution] Level detectors 120 to 123 detect a  
10 receive level of every carrier for each antenna.  
Determining units 115 to 117, switches 124 to 127, and subtracters 130 to 132 extract, for every antenna, a carrier with the lowest receive level. The subtracter 133 and the determining unit 118 compare the receive  
15 levels of carriers with the lowest receive level for the respective antennas, and an antenna switcher 103 is controlled so that an antenna with the highest one among the lowest receive levels is selected.

20 [0096] (Fourth Embodiment)

An orthogonal frequency division multiplexing (OFDM) receiver according to a fourth embodiment of the present invention has the same configuration as that of the OFDM receiver according to the first embodiment,  
25 except that the OFDM receiver of this embodiment

selects antennas by using, instead of a receive level for each carrier, a receive level for each band, in order to reduce symbols necessary for detection of receive levels.

5 [0097] A configuration and an operation of the OFDM receiver according to this embodiment will be described below with reference to Fig. 4. Fig. 4 is a block diagram of the configuration of the OFDM receiver according to the fourth embodiment of the present  
10 invention. Like reference numerals denote like configurations as those shown in Fig. 1, and descriptions thereof will be omitted.

[0098] Since a process prior to A/D conversion by an A/D converter 105 is described above, redundant  
15 explanation is omitted. Filters 401 to 404 divide an output of the A/D converter 105 into a plurality of bands, e.g., four frequency bands before discrete Fourier transform (DFT) processing by a DFT circuit 106.

[0099] A receive level of a signal in the lowest  
20 frequency band extracted by the filter 401 is detected by a level detector 120. Similarly, a receive level of a signal in the second lowest frequency band extracted by the filter 402 is detected by a level detector 121. A receive level of a signal in the second highest  
25 frequency band extracted by the filter 403 is detected

by a level detector 122. A receive level of a signal in the highest frequency band extracted by the filter 404 is detected by a level detector 123.

[0100] As in the first embodiment, these receive  
5 levels are determined and receive level information of a band with the lowest receive level when an antenna 101 is selected is stored in a memory 128, and receive level information of a band with the lowest receive level when an antenna 102 is selected is stored in a  
10 memory 129.

[0101] A determining unit 118 determines these lowest levels for every antenna and controls an antenna switcher 103 so as to select an antenna with the highest one.

15 [0102] When level detection is performed by using signals subjected to DFT processing, at least one symbol, i.e., at least one pilot symbol is required for every antenna, because the DFT circuit outputs signals for every symbol. When, however, signals prior to DFT  
20 are used as in this embodiment, the level detection is performed for every sampling frequency. Thus, symbols which are necessary for level detection for selecting antennas are decreased.

[0103] The level detection may be performed by using  
25 guard intervals, without adding pilot symbols.

[0104] As described above, a signal prior to DFT is divided into a plurality of bands by filtering, a receive level for every band is detected, a band with the lowest receive level is selected for every antenna, and an antenna with the highest one among receive levels of bands with the lowest receive level for every antenna is selected. As a result, appropriate diversity is performed, an error rate characteristic is improved, and the number of symbols required for demodulation is decreased.

[0105] (Fifth Embodiment)

An OFDM receiver according to a fifth embodiment of the present invention has the same configuration as that of the OFDM receiver according to the fourth embodiment, except that the OFDM receiver of this embodiment reduces a sampling frequency required for the DFT processing by an interleaving circuit.

[0106] A configuration and an operation of the OFDM receiver according to this embodiment will be described below with reference to Fig. 5. Fig. 5 is a block diagram of the configuration of the OFDM receiver according to the fifth embodiment of the present invention. Like reference numerals denote like configurations as those shown in Fig. 4, and descriptions thereof will be omitted.

[0107] Interleaving circuits 501 to 503 reduce the sampling frequency of output signals of the filters 401 to 403. It is assumed herein that three interleaving circuits are provided and a sampling frequency of a signal in the highest frequency band, i.e., an output from the filter 404 is not reduced.

[0108] As in the fourth embodiment, a band with the lowest receive level is detected for every antenna, and diversity is performed so that an antenna with the highest one among receive levels of bands with the lowest receive level for every antenna is selected.

[0109] As described above, the sampling frequency of signals subjected to filtering is reduced. As a result, the sampling frequency required for DFT is reduced and the amount of calculation is decreased.

[0110] (Sixth Embodiment)

An OFDM receiver according to a sixth embodiment of the present invention has the same configuration as that of the OFDM receiver according to the fifth embodiment except that the OFDM receiver of this embodiment selects antennas using an average receive level.

[0111] A configuration and an operation of the OFDM receiver according to this embodiment will be described below with reference to Fig. 6. Fig. 6 is a block

diagram of the configuration of the OFDM receiver according to the sixth embodiment of the present invention. Like reference numerals denote like configurations as those shown in Fig. 5, and

5 descriptions thereof will be omitted.

[0112] Multiplexers 601 to 604 multiplex outputs of the level detectors 120 to 123, execute averaging processing, and output the results. As in the fifth embodiment, a band with the lowest average receive  
10 level is detected for every antenna and diversity is performed so that an antenna with the highest one among average receive levels of bands with the lowest average receive level for every antenna is selected.

[0113] As described above, by performing antenna  
15 selection using the average receive level for every band, the precision of antenna selection is enhanced and an error rate characteristic is improved.

#### [Brief Description of Drawings]

20

[Fig. 6] A block diagram of the configuration of the OFDM receiver according to the sixth embodiment of the present invention.

25 [Fig. 6]

501 to 503 Interleaving circuit  
107 to 110 Differential detector  
111 to 114 Determining unit  
Demodulated signal  
5 601 to 604 Multiplexer  
128, 129 Memory  
116, 117 Determining unit  
Control signal

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-188585

(P2000-188585A)

(43)公開日 平成12年7月4日(2000.7.4)

(51)Int.Cl.

識別記号

F I

テーマコード(参考)

H 0 4 J 11/00

H 0 4 J 11/00

Z 5 K 0 2 2

H 0 4 B 7/08

H 0 4 B 7/08

C 5 K 0 5 9

審査請求 未請求 請求項の数17 O L (全 14 頁)

(21)出願番号 特願平10-365429

(22)出願日 平成10年12月22日(1998. 12. 22)

(71)出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72)発明者 須藤 浩章

神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1

号 松下通信工業株式会社内

(72)発明者 上杉 充

神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1

号 松下通信工業株式会社内

(74)代理人 100105050

弁理士 鷲田 公一

Fターム(参考) 5K022 DD01 DD31

5K059 BB01 CC03 DD02 DD27 EE02

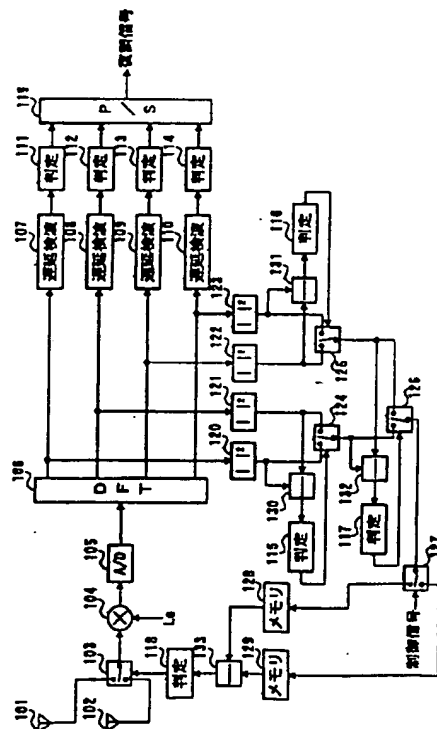
EE03

(54)【発明の名称】 OFDM受信装置

(57)【要約】

【課題】 周波数選択性フェージング発生時に適切なアンテナダイバーシチを行うこと。

【解決手段】 レベル検出器120~123が各アンテナのキャリア毎の受信レベルを検出し、判定器115~117及びスイッチ124~127及び減算器130~132がアンテナ毎に最低受信レベルとなったキャリアを抽出し、減算器133及び判定器118が各アンテナの最低受信レベルキャリアの受信レベルを比較して、最低受信レベルが最も高いアンテナを選択するようにアンテナ切替器103を制御する。





## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 OFDM方式で送信された信号を受信する時に受信信号のキャリア毎の受信レベルを検出するレベル検出手段と、このレベル検出手段の検出結果を基に複数のアンテナを切り替えて用いる選択手段と、を具備することを特徴とするOFDM受信装置。

【請求項2】 前記レベル検出手段の検出結果から受信レベルが最も低いキャリアを抽出する抽出手段と、この抽出手段が抽出したアンテナ毎の最低受信レベルキャリアの中で受信レベルが最も高いキャリアを受信したアンテナを選択するように前記選択手段を制御する制御手段と、を具備することを特徴とする請求項1記載のOFDM受信装置。

【請求項3】 前記レベル検出手段の検出結果の検波処理後の位相誤差が最も大きいキャリアを抽出する抽出手段と、この抽出手段が抽出したアンテナ毎の最大誤差を有するキャリアの中で誤差が最も小さいキャリアを受信したアンテナを選択するように前記選択手段を制御する制御手段と、を具備することを特徴とする請求項1記載のOFDM受信装置。

【請求項4】 前記レベル検出手段の検出結果からアンテナ毎の平均を取り各アンテナの平均受信レベルを算出する算出手段と、前記レベル検出手段の検出結果からアンテナ毎の最低受信レベルキャリアを抽出する抽出手段と、この抽出手段の出力の中の最大受信レベルと最低受信レベルとの差を算出し、この差としきい値との比較結果がしきい値の方が小さい場合にはアンテナ毎の最低受信レベルキャリアの中で受信レベルが最も高いキャリアを受信したアンテナを選択し、しきい値の方が大きい場合にはアンテナ毎の平均受信レベルが最大のアンテナを選択するように前記選択手段を制御する制御手段と、を具備することを特徴とする請求項1記載のOFDM受信装置。

【請求項5】 OFDM方式で送信された信号を受信する時に受信信号を複数の周波数帯域に分割する分割手段と、この周波数帯域毎の受信レベルを検出するレベル検出手段と、このレベル検出手段の検出結果を基に複数のアンテナを切り替えて用いる選択手段と、を具備することを特徴とするOFDM受信装置。

【請求項6】 前記レベル検出手段の検出結果から受信レベルが最も低い帯域を抽出する抽出手段と、この抽出手段が抽出したアンテナ毎の最低受信レベルとなる帯域の中で受信レベルが最も高い帯域を受信したアンテナを選択するように前記選択手段を制御する制御手段と、を具備することを特徴とする請求項5記載のOFDM受信装置。

【請求項7】 前記分割手段は、分割後の信号を間引き間引き手段を有することを特徴とする請求項5又は請求項6記載のOFDM受信装置

低い帯域を抽出することを特徴とする請求項6又は請求項7記載のOFDM受信装置。

【請求項9】 請求項1から請求項8のいずれかに記載のOFDM受信装置を用いたOFDM方式移動体通信システム用の端末装置。

【請求項10】 OFDM方式で送信された信号を受信する時に受信信号のキャリア毎の受信レベルを検出するレベル検出工程と、このレベル検出工程の検出結果を基に複数のアンテナを切り替えて用いる選択工程と、を具備することを特徴とするOFDM受信装置のダイバーシチ方法。

【請求項11】 前記レベル検出工程の検出結果から受信レベルが最も低いキャリアを抽出する抽出工程と、この抽出工程が抽出したアンテナ毎の最低受信レベルキャリアの中で受信レベルが最も高いキャリアを受信したアンテナを選択するように前記選択工程を制御する制御工程と、を具備することを特徴とする請求項10記載のOFDM受信装置のダイバーシチ方法。

【請求項12】 前記レベル検出工程の検出結果の検波処理後の位相誤差が最も大きいキャリアを抽出する抽出工程と、この抽出工程が抽出したアンテナ毎の最大誤差を有するキャリアの中で誤差が最も小さいキャリアを受信したアンテナを選択するように前記選択工程を制御する制御工程と、を具備することを特徴とする請求項10記載のOFDM受信装置のダイバーシチ方法。

【請求項13】 前記レベル検出工程の検出結果からアンテナ毎の平均を取り各アンテナの平均受信レベルを算出する算出工程と、前記レベル検出工程の検出結果からアンテナ毎の最低受信レベルキャリアを抽出する抽出工程と、この抽出工程の出力の中の最大受信レベルと最低受信レベルとの差を算出し、この差としきい値との比較結果がしきい値の方が小さい場合にはアンテナ毎の最低受信レベルキャリアの中で受信レベルが最も高いキャリアを受信したアンテナを選択し、しきい値の方が大きい場合にはアンテナ毎の平均受信レベルが最大のアンテナを選択するように前記選択工程を制御する制御工程と、を具備することを特徴とする請求項10記載のOFDM受信装置のダイバーシチ方法。

【請求項14】 OFDM方式で送信された信号を受信する時に受信信号を複数の周波数帯域に分割する分割工程と、この周波数帯域毎の受信レベルを検出するレベル検出工程と、このレベル検出工程の検出結果を基に複数のアンテナを切り替えて用いる選択工程と、を具備することを特徴とするOFDM受信装置のダイバーシチ方法。

【請求項15】 前記レベル検出工程の検出結果から受信レベルが最も低い帯域を抽出する抽出工程と、この抽出工程が抽出したアンテナ毎の最低受信レベルとなる帯域の中で受信レベルが最も高い帯域を受信したアンテナを選択するように前記選択工程を制御する制御工程と、

受信装置のダイバーシチ方法。

【請求項16】 前記分割工程は、分割後の信号を間引く間引き工程を有することを特徴とする請求項14又は請求項15記載のOFDM受信装置のダイバーシチ方法。

【請求項17】 前記抽出工程は、平均受信レベルが最も低い帯域を抽出することを特徴とする請求項15又は請求項16記載のOFDM受信装置のダイバーシチ方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、直交周波数分割多重方式 (Orthogonal Frequency Division Multiplexing; 以下、OFDMという) を用いたデジタル移動体通信に使用する受信装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 まず、図11を用いて従来のOFDM受信装置について説明する。図11は、従来のOFDM受信装置の構成を示すブロック図である。

【0003】 アンテナ切替器1103は、アンテナ1101、1102を切り替える。アナログミキサ1104は、受信信号に極部発振信号を混合してダウンコンバートする。A/D変換器1105はアナログ信号をデジタル信号に変換する。

【0004】 DFT回路1106は、入力信号に対し離散フーリエ変換 (Discrete Fourier Transform; 以下、DFTという) を行う。遅延検波器1107~1110は、入力信号に対し遅延検波を行う。判定器1111~1115は、入力された信号に対し判定を行う。Parallel-Serial変換器 (以下、P/S変換器という) 1116は、複数系列の入力信号を1つの系列の信号に変換する。

【0005】 レベル検出器1117は、入力信号に対してレベル検出を行う。スイッチ1118は、制御信号に応じて入力された信号を切り替えて出力する。メモリ1119、1120は、それぞれアンテナ毎のレベル情報を格納する。デジタル減算器1121は、減算処理を行う。

【0006】 次いで、図12を用いて、遅延検波器1107~1110の構成を説明する。図12は、遅延検波器の構成を示すブロック図である。遅延器1201は、入力信号を1シンボル遅らせ、出力する。乗算器1202は、遅延器1201の出力信号と入力信号を乗算し、遅延検波信号として出力する。

【0007】 次いで、アンテナを1系統用いる場合の動作について説明する。ここで、キャリア数は4とする。

【0008】 アンテナ1101、1102によって受信された受信信号は、アンテナ切替器1103によって選択出力される。アンテナ切替器1103は、判定器11

15の判定結果によって制御される。

【0009】 次いで、アナログミキサ1104が、アンテナ切替器1103の出力する高周波帯信号に極部発振信号を混合させ、ダウンコンバートする。その後受信信号は、A/D変換器1105へ送られ、デジタル信号に変換される。

【0010】 DFT回路1106は、A/D変換器1105の出力したデジタル信号にDFT演算を施し、4つのキャリアそれぞれによって伝送された4つのベースバンド信号を得る。

【0011】 DFT回路1106が出力した4つのベースバンド信号は、それぞれ遅延検波器1107~1110によって遅延検波が行われ、それぞれの遅延検波信号が得られる。

【0012】 なお、ここでは復調方式として遅延検波方式を用いた場合について説明したが、同期検波方式を用いてもよい。

【0013】 遅延検波信号は、それぞれ判定器1111~1114によって判定され、判定後の遅延検波信号が得られる。これらをP/S変換器1116が1系統の信号に変換し、復調信号が得られる。

【0014】 又、レベル検出器1117は、A/D変換器1105の出力信号の二乗和演算を行い、平均受信レベルを検出する。この検出はアンテナ毎に行われ、スイッチ1118によって、アンテナ1101の平均レベル情報はメモリ1119に、アンテナ1102の平均レベル情報はメモリ1120に、それぞれ格納される。

【0015】 次いで、減算器1121が、メモリ1119に格納されたアンテナ1101選択時のレベル情報とメモリ1120に格納されたアンテナ1102選択時のレベル情報を減算処理し、判定器1115が、どちらのアンテナの受信レベルの方が強いかを判定し、その結果はアンテナ切替器1103に出力される。

【0016】 なお、一般に、フレームフォーマットにおいて、メッセージの前には、既知参照信号であるパイロットシンボルが付加されており、アンテナ選択を行うためのレベル測定は、このメッセージの前に付加されたパイロットシンボルを用いて行う。

【0017】 また、上記キャリア数が4の場合について述べたが、キャリア数をさらに8、16、32、64・・・と増大させた場合についても同様の構成と採ることができる。また、アンテナ数は2とした場合について説明したが、アンテナ数をさらに増大させた場合についても、アンテナ数と同数のメモリ (上記では1119、1120の2つ) を設けることにより、同様の構成を採ることができる。

【0018】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、従来の装置においては、以下の問題がある。

【0019】 実環境下では、遅延波が生じ、周波数によ

って振幅及び位相変動が異なるいわゆる周波数選択性フェージングが発生する。特に、信号伝送速度が高くなり伝送帯域が広がった場合にこの影響は大きくなる。

【0020】周波数選択性フェージングが生じている場合、各キャリアによって大きくフェージング変動が異なるため、各キャリアによって大きく回線品質が異なる。よって、DFT前の平均受信レベルによってアンテナ選択を行っても最適なアンテナ選択とはならず、誤り率特性を改善するというダイバーシチ効果が低下するという問題がある。

【0021】本発明はかかる点に鑑みてなされたものであり、周波数選択性フェージング発生時に適切なアンテナダイバーシチを行うOFDM受信装置を提供することを目的とする。

【0022】

【課題を解決するための手段】本発明の骨子は、無線回線の誤り率特性は一般に回線品質が最も悪いキャリアに引きつられ回線全体が悪くなるため、周波数選択性フェージングにより特定のキャリアだけ受信レベルが大きく落ち込んでいる場合、回線平均受信レベルに応じてアンテナ選択を行うのは適切でないことに鑑み、各アンテナのキャリア毎の受信レベルを検出し、アンテナ毎に最低受信レベルとなったキャリアを抽出し、各アンテナの最低受信レベルキャリアの受信レベルを比較し、最低受信レベルが最も高いアンテナを選択することによって、落ち込みが大きいキャリアを含む回線を選択しないようにアンテナダイバーシチを行うことである。

【0023】

【発明の実施の形態】本発明の第1の態様に係るOFDM受信装置は、OFDM方式で送信された信号を受信する時に受信信号のキャリア毎の受信レベルを検出するレベル検出手段と、このレベル検出手段の検出結果を基に複数のアンテナを切り替えて用いる選択手段と、を具備する構成を採る。

【0024】この構成によれば、OFDM方式無線通信において、キャリア毎の受信レベルを把握することができるため、キャリア毎の受信レベルの落ち込み具合を鑑みてアンテナを選択することができ、適切なダイバーシチをすることができる。

【0025】本発明の第2の態様に係るOFDM受信装置は、第1の態様において、前記レベル検出手段の検出結果から受信レベルが最も低いキャリアを抽出する抽出手段と、この抽出手段が抽出したアンテナ毎の最低受信レベルキャリアの中で受信レベルが最も高いキャリアを受信したアンテナを選択するように前記選択手段を制御する制御手段と、を具備する構成を採る。

【0026】この構成によれば、OFDM方式無線通信において、一キャリアでも受信レベルが大きく落ち込んだキャリアを含む回線全体の品質が落ちている回線を選

えージング下でも適切なアンテナダイバーシチを行うことができる。

【0027】本発明の第3の態様に係るOFDM受信装置は、第1の態様において、前記レベル検出手段の検出結果の検波処理後の位相誤差が最も大きいキャリアを抽出する抽出手段と、この抽出手段が抽出したアンテナ毎の最大誤差を有するキャリアの中で誤差が最も小さいキャリアを受信したアンテナを選択するように前記選択手段を制御する制御手段と、を具備する構成を採る。

10 【0028】この構成によれば、OFDM方式無線通信において、アンテナ選択の精度が向上するため、適切なダイバーシチを行うことができ、誤り率特性を改善することができる。

【0029】本発明の第4の態様に係るOFDM受信装置は、第1の態様において、前記レベル検出手段の検出結果からアンテナ毎の平均を取り各アンテナの平均受信レベルを算出する算出手段と、前記レベル検出手段の検出結果からアンテナ毎の最低受信レベルキャリアを抽出する抽出手段と、この抽出手段の出力の中の最大受信レベルと最低受信レベルとの差を算出し、この差としきい値との比較結果がしきい値の方が小さい場合にはアンテナ毎の最低受信レベルキャリアの中で受信レベルが最も高いキャリアを受信したアンテナを選択し、しきい値の方が大きい場合にはアンテナ毎の平均受信レベルが最大のアンテナを選択するように前記選択手段を制御する制御手段と、を具備する構成を採る。

20 【0030】この構成によれば、OFDM方式無線通信において、アンテナ毎の最低レベルとなったキャリアにおける受信レベル間の差が小さく、アンテナ毎の最低レベルキャリアがほぼ一様に落ち込んでいる場合でも、適切なダイバーシチを行うことができ、誤り率特性を改善することができる。

【0031】本発明の第5の態様に係るOFDM受信装置は、OFDM方式で送信された信号を受信する時に受信信号を複数の周波数帯域に分割する分割手段と、この周波数帯域毎の受信レベルを検出するレベル検出手段と、このレベル検出手段の検出結果を基に複数のアンテナを切り替えて用いる選択手段と、を具備する構成を採る。

【0032】この構成によれば、OFDM方式無線通信において、周波数帯域毎の受信レベルを把握することができるため、周波数帯域毎の受信レベルの落ち込み具合を鑑みてアンテナを選択することができ、適切なダイバーシチをすることができる。

40 【0033】本発明の第6の態様に係るOFDM受信装置は、第5の態様において、前記レベル検出手段の検出結果から受信レベルが最も低い帯域を抽出する抽出手段と、この抽出手段が抽出したアンテナ毎の最低受信レベルとなる帯域の中で受信レベルが最も高い帯域を受信したアンテナを選択するように前記選択手段を制御する制

【0034】この構成によれば、OFDM方式無線通信において、アンテナ毎の最低レベル帯域の受信レベルが最も高いアンテナを選択することにより、適切なダイバーシチを行うことができ、誤り率特性を改善することができる。同時に、復調に要するシンボル数を低減することができる。

【0035】本発明の第7の態様に係るOFDM受信装置は、第5の態様又は第6の態様において、前記分割手段は、分割後の信号を間引き間引き手段を有する構成を採る。

【0036】この構成によれば、OFDM方式無線通信において、DFTに必要なサンプリング周波数を低減させ、演算量を減らすことができる。

【0037】本発明の第8の態様に係るOFDM受信装置は、第6の態様又は第7の態様において、前記抽出手段は、平均受信レベルが最も低い帯域を抽出する構成を採る。

【0038】この構成によれば、OFDM方式無線通信において、アンテナ選択の精度を向上させ、誤り率特性を改善することができる。

【0039】本発明の第9の態様は、第1の態様から第8の態様のいずれかのOFDM受信装置を用いるOFDM方式移動体通信システム用の端末装置である。

【0040】この構成によれば、OFDM方式無線通信において、周波数選択性フェージング発生時でも適切なアンテナダイバーシチが行われ、回線品質を良好に保つことができる。

【0041】本発明の第10の態様に係るOFDM受信装置のダイバーシチ方法は、OFDM方式で送信された信号を受信する時に受信信号のキャリア毎の受信レベルを検出するレベル検出工程と、このレベル検出工程の検出結果を基に複数のアンテナを切り替えて用いる選択工程と、を具備するようにした。

【0042】この方法によれば、OFDM方式無線通信において、キャリア毎の受信レベルを把握することができるため、キャリア毎の受信レベルの落ち込み具合を鑑みてアンテナを選択することができ、適切なダイバーシチをすることができる。

【0043】本発明の第11の態様に係るOFDM受信装置のダイバーシチ方法は、第10の態様において、前記レベル検出工程の検出結果から受信レベルが最も低いキャリアを抽出する抽出工程と、この抽出工程が抽出したアンテナ毎の最低受信レベルキャリアの中で受信レベルが最も高いキャリアを受信したアンテナを選択するように前記選択工程を制御する制御工程と、を具備するようにした。

【0044】この方法によれば、OFDM方式無線通信において、一キャリアでも受信レベルが大きく落ち込んだキャリアを有し回線全体の品質が落ちている回線を選択しないようにすることができるため、周波数選択性フ

ージング下でも適切なアンテナダイバーシチを行うことができる。

【0045】本発明の第12の態様に係るOFDM受信装置のダイバーシチ方法は、第10の態様において、前記レベル検出工程の検出結果の検波処理後の位相誤差が最も大きいキャリアを抽出する抽出工程と、この抽出工程が抽出したアンテナ毎の最大誤差を有するキャリアの中で誤差が最も小さいキャリアを受信したアンテナを選択するように前記選択工程を制御する制御工程と、を具備するようにした。

【0046】この方法によれば、OFDM方式無線通信において、アンテナ選択の精度が向上するため、適切なダイバーシチを行うことができ、誤り率特性を改善することができる。

【0047】本発明の第13の態様に係るOFDM受信装置のダイバーシチ方法は、第10の態様において、前記レベル検出工程の検出結果からアンテナ毎の平均を取り各アンテナの平均受信レベルを算出する算出工程と、前記レベル検出工程の検出結果からアンテナ毎の最低受信レベルキャリアを抽出する抽出工程と、この抽出工程の出力の中の最大受信レベルと最低受信レベルとの差を算出し、この差としきい値との比較結果がしきい値の方が小さい場合にはアンテナ毎の最低受信レベルキャリアの中で受信レベルが最も高いキャリアを受信したアンテナを選択し、しきい値の方が大きい場合にはアンテナ毎の平均受信レベルが最大のアンテナを選択するように前記選択工程を制御する制御工程と、を具備するようにした。

【0048】この方法によれば、OFDM方式無線通信において、アンテナ毎の最低レベルとなったキャリアにおける受信レベル間の差が小さく、アンテナ毎の最低レベルキャリアがほぼ一様に落ち込んでいる場合でも、適切なダイバーシチを行うことができ、誤り率特性を改善することができる。

【0049】本発明の第14の態様に係るOFDM受信装置のダイバーシチ方法は、OFDM方式で送信された信号を受信する時に受信信号を複数の周波数帯域に分割する分割工程と、この周波数帯域毎の受信レベルを検出するレベル検出工程と、このレベル検出工程の検出結果を基に複数のアンテナを切り替えて用いる選択工程と、を具備するようにした。

【0050】この方法によれば、OFDM方式無線通信において、周波数帯域毎の受信レベルを把握することができるため、周波数帯域毎の受信レベルの落ち込み具合を鑑みてアンテナを選択することができ、適切なダイバーシチをすることができる。

【0051】本発明の第15の態様に係るOFDM受信装置のダイバーシチ方法は、第14の態様において、前記レベル検出工程の検出結果から受信レベルが最も低い帯域を抽出する抽出工程と、この抽出工程が抽出したア

ンテナ毎の最低受信レベルとなる帯域の中で受信レベルが最も高い帯域を受信したアンテナを選択するように前記選択工程を制御する制御工程と、を具備するようにした。

【0052】この方法によれば、OFDM方式無線通信において、アンテナ毎の最低レベル帯域の受信レベルが最も高いアンテナを選択することにより、適切なダイバーシチを行うことができ、誤り率特性を改善することができる。と同時に、復調に要するシンボル数を低減することができる。

【0053】本発明の第16の態様に係るOFDM受信装置のダイバーシチ方法は、第14の態様又は第15の態様において、前記分割工程は、分割後の信号を間引き間引き工程を有するようにした。

【0054】この方法によれば、OFDM方式無線通信において、DFTに必要なサンプリング周波数を低減させ、演算量を減らすことができる。

【0055】本発明の第17の態様に係るOFDM受信装置のダイバーシチ方法は、第15の態様又は第16の態様において、前記抽出工程は、平均受信レベルが最も低い帯域を抽出するようにした。

【0056】この方法によれば、OFDM方式無線通信において、アンテナ選択の精度を向上させ、誤り率特性を改善することができる。

【0057】以下、本実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。なお、以下のいずれの実施の形態においても、既知参照信号はパイロットシンボルである場合について説明する。

【0058】（実施の形態1）まず、図1を用いて、本発明の実施の形態1に係るOFDM受信装置の構成と動作を説明する。図1は、本発明の実施の形態1に係るOFDM受信装置の構成を示すブロック図である。

【0059】アンテナ切替器103は、アンテナ101、102を切り替える。アナログミキサ104は、受信信号に極部発振信号を混合してダウンコンバートする。A/D変換器105はアナログ信号をデジタル信号に変換する。

【0060】DFT回路106は、入力信号に対しDFTを行う。遅延検波器107～110は、入力信号に対し遅延検波を行う。判定器111～118は、入力された信号に対し判定を行う。P/S変換器119は、複数列の入力信号を1つの系列の信号に変換する。

【0061】レベル検出器120～123は、DFT後の信号に対してレベル検出を行う。スイッチ124～127は、アンテナ選択のタイミングを示す制御信号又は後述する判定器の出力に応じて入力された信号を切り替えて出力する。メモリ128、129は、それぞれアンテナ毎のレベル情報を格納する。デジタル減算器130～133は、減算処理を行う。

作について説明する。ここで、キャリア数は4とする。

【0063】アンテナ101、102によって受信された受信信号は、アンテナ切替器103によって選択出力される。アンテナ切替器103は、判定器118の判定結果によって制御される。

【0064】次いで、アナログミキサ104が、アンテナ切替器103の出力する高周波帯信号に極部発振信号を混合させ、ダウンコンバートする。その後受信信号は、A/D変換器105へ送られ、デジタル信号に変換される。

【0065】DFT回路106は、A/D変換器105の出力したデジタル信号にDFT演算を施し、4つのキャリアそれぞれによって伝送された4つのベースバンド信号を得る。

【0066】DFT回路106が出力した4つのベースバンド信号は、それぞれ遅延検波器107～110によって遅延検波が行われ、それぞれの遅延検波信号が得られる。

【0067】なお、ここでは復調方式として遅延検波方式を用いた場合について説明したが、同期検波方式を用いてもよい。

【0068】遅延検波信号は、それぞれ判定器111～114によって判定され、判定後の遅延検波信号が得られる。これらをP/S変換器119が1系統の信号に変換し、復調信号が得られる。

【0069】又、レベル検出器120～123は、DFT後の信号の二乗和演算を行い、キャリア毎の受信レベルを検出する。

【0070】次いで、減算器130は、レベル検出器120の出力するキャリア1のレベル情報と、レベル検出器121の出力するキャリア2のレベル情報と、を減算処理し、判定器115が大小判定する。判定結果はスイッチ124へ出力され、スイッチ124は、レベル検出器120の出力するキャリア1のレベル情報と、レベル検出器121の出力するキャリア2のレベル情報と、の小さい方を出力する。

【0071】同様に、減算器131は、レベル検出器122の出力するキャリア3のレベル情報と、レベル検出器123の出力するキャリア4のレベル情報と、を減算処理し、判定器116が大小判定する。判定結果はスイッチ125へ出力され、スイッチ125は、レベル検出器122の出力するキャリア3のレベル情報と、レベル検出器123の出力するキャリア4のレベル情報と、の小さい方を出力する。

【0072】更に、減算器132は、スイッチ124の出力するキャリア1又はキャリア2のレベル情報と、スイッチ125の出力するキャリア3又はキャリア4のレベル情報と、を減算処理し、判定器117が大小判定する。判定結果はスイッチ126へ出力され、スイッチ1

の小さい方を出力する。

【0073】結果として、スイッチ126は、キャリア1～4の中で最も小さいレベル情報を抽出できたことになる。

【0074】スイッチ127に入力された受信レベルが最も低いキャリアのレベル情報は、アンテナ101選択時であればメモリ128に、アンテナ102選択時であればメモリ129に、それぞれ格納される。

【0075】次いで、減算器133が、メモリ128に格納されたアンテナ101選択時の最小受信レベル情報とメモリ129に格納されたアンテナ102選択時の最小受信レベル情報を減算処理し、判定器118が大小判定を行う。判定結果は、アンテナ切替器103に出力され、アンテナ毎の最低受信レベルキャリアの受信レベルが最も高いアンテナを選択するように制御される。

【0076】なお、一般に、フレームフォーマットにおいては、メッセージの前には、既知参照信号であるパイロットシンボルが付加されており、アンテナ選択を行うためのレベル測定は、このメッセージの前に付加されたパイロットシンボルを用いて行う。

【0077】また、上記キャリア数が4の場合について述べたが、キャリア数をさらに8、16、32、64・・・と増大させた場合についても同様の構成と採ることができる。また、アンテナ数は2とした場合について説明したが、アンテナ数をさらに増大させた場合についても、アンテナ数と同数のメモリ（上記では128、129の2つ）を設けることにより、同様の構成と採ることができる。

【0078】実環境下では、遅延波の影響により、周波数によって振幅及び位相変動が異なるいわゆる周波数選択性フェージングが生じ、各キャリアによって回線品質が大きく異なる。

【0079】又、一般に、誤り率特性は、回線品質が悪いキャリアの回線品質が支配的になる、すなわち回線品質が最も悪いキャリアに引きづられ、回線全体の品質が悪くなる。

【0080】従って、上記述べたように本実施の形態に係るOFDM受信装置においては、各アンテナにおいてキャリア毎にDFT後のレベル検出を行い、最低レベルとなったキャリアを選択し、各アンテナにおいて最低レベルとなったキャリアについてレベルを比較し、レベルが最も高いアンテナを選択することにより、一キャリアでも受信レベルが大きく落ち込んだキャリアを有し回線全体の品質が落ちている回線を選択しないようにすることができるため、周波数選択性フェージング下でも適切なアンテナダイバーシチを行うことができる。

【0081】（実施の形態2）本発明の実施の形態2に係るOFDM受信装置は、実施の形態1に係るOFDM受信装置と同様の構成を有し、但しレベル検出器の検出する受信レベルの代わりに復調後の判定誤差を用いてア

ンテナ選択を行うものである。

【0082】以下、図2を用いて、本実施の形態に係るOFDM受信装置の構成と動作について説明する。図2は、本発明の実施の形態2に係るOFDM受信装置の構成を示すブロック図である。なお、図1と同様の構成には同じ符号を付し、詳しい説明は省略する。

【0083】本実施の形態に係るOFDM受信装置は、実施の形態1に係るOFDM受信装置と比べて、レベル検出器120～123が除かれ、替わりに減算器201～204が加えられた構成を採る。

【0084】減算器201～204は、遅延検波器107～110の出力する遅延検波信号と、それぞれの遅延検波信号が判定器111～114で判定された後の信号との差を算出する。

【0085】減算器201の出力するキャリア1の判定誤差は、実施の形態1のキャリア1のレベル情報と同様に、スイッチ124及び減算器130へ出力される。以下、同様にキャリア1～4の判定誤差の大小判定が行われ、スイッチ126は判定誤差が最も大きいキャリアの判定誤差を出力する。

【0086】一般に、回線品質の悪いキャリアは、受信レベルが低くなるとともに、位相誤差も大きくなるため、受信レベル情報だけでなく位相誤差情報も用いることによって、回線品質推定の精度を向上させることができる。

【0087】このように、復調後の判定誤差を用いてアンテナ選択を行うことによって適切なダイバーシチを行うことができ、誤り率特性を改善することができる。

【0088】（実施の形態3）本発明の実施の形態3に係るOFDM受信装置は、実施の形態1に係るOFDM受信装置と同様の構成を有し、但しアンテナ毎の最小レベルキャリアの受信レベル差がしきい値未満である時は、平均受信レベルが大きい方のアンテナを選択するものである。

【0089】これは、アンテナ毎の最低レベルとなったキャリアにおける受信レベル間の差が小さい場合は、アンテナ毎の最低レベルキャリアがほぼ一様に落ち込んでいると考えられるので、アンテナ毎の最低レベルキャリアの落ち込みが激しいアンテナは避けるようにアンテナ選択を行うという実施の形態1に係るダイバーシチが行えないことに鑑みたものである。

【0090】以下、図3を用いて、本実施の形態に係るOFDM受信装置の構成と動作について説明する。図3は、本発明の実施の形態3に係るOFDM受信装置の構成を示すブロック図である。なお、図1と同様の構成には同じ符号を付し、詳しい説明は省略する。

【0091】スイッチ126がアンテナ毎の受信レベルが最も低いキャリアを抽出し、判定器118がアンテナ毎の最低レベルキャリアの中で受信レベルが最も高いキャリアを含むアンテナを抽出するところまでは実施の形

10

20

30

40

50

態1と同様である。

【0092】積算器301は、レベル検出器120～123の出力からアンテナ毎の平均受信レベルを算出する。スイッチ302は、アンテナ選択のタイミングを示す制御信号に応じて切り替えを行い、積算器301の出力を、アンテナ101選択時にはメモリ303に、アンテナ102選択時にはメモリ304に、それぞれ格納する。減算器305は、メモリ303に格納されたアンテナ101選択時の平均受信レベル情報とメモリ304に格納されたアンテナ102選択時の平均受信レベル情報を減算処理し、判定器306が大小判定を行う。

【0093】一方、減算器307は、減算器133の出力、すなわちアンテナ毎の最低レベルキャリアの受信レベル間の差としきい値を減算処理し、判定器308が大小判定を行う。判定器308は、判定結果をスイッチ309へ出力する。

【0094】スイッチ309は、アンテナ毎の最低レベルキャリアの受信レベル差、すなわち減算器133の出力がしきい値以下の場合、判定器306の出力、すなわち平均受信レベルが大きい方のアンテナを用いるようにアンテナ切替器103を制御する。減算器133の出力がしきい値以上であれば、すなわち受信レベルの落ち込みが激しいキャリアがあれば、最も落ち込みの少ないキャリアを含むアンテナを選択するようにアンテナ切替器103を制御する。

【0095】このように、アンテナ毎の最低レベルキャリアの受信レベル間の差が小さい場合は、平均レベルが高い方のアンテナを選択することによって適切なダイバーシチを行うことができ、誤り率特性を改善することができる。

【0096】（実施の形態4）本発明の実施の形態4に係るOFDM受信装置は、実施の形態1に係るOFDM受信装置と同様の構成を有し、但しキャリア別の受信レベルの替わりに帯域別の受信レベルを用いてアンテナ選択を行い、受信レベル検出に必要なシンボルを低減するためのものである。

【0097】以下、図4を用いて、本実施の形態に係るOFDM受信装置の構成と動作について説明する。図4は、本発明の実施の形態4に係るOFDM受信装置の構成を示すブロック図である。なお、図1と同様の構成には同じ符号を付し、詳しい説明は省略する。

【0098】A/D変換器105がA/D変換を行うところまでは既に述べたので省略する。フィルター401～404は、A/D変換器105の出力を、DFT回路106によるDFT処理前に、複数の帯域毎、ここでは例えば4つの周波数帯域に、分割する。

【0099】フィルター401の抽出した最も低い周波数帯域の信号は、レベル検出器120によって受信レベルが検出される。以下同様に、フィルター402の抽出

1によって、フィルター403の抽出した2番目に高い周波数帯域の信号はレベル検出器122によって、フィルター404の抽出した最も高い周波数帯域の信号はレベル検出器123によって、それぞれ受信レベルが検出される。

【0100】以下、実施の形態1と同様に受信レベルの大小判定が行われ、アンテナ101選択時の受信レベルが最も低い帯域の受信レベル情報がメモリ128に格納され、アンテナ102選択時の受信レベルが最も低い帯域の受信レベル情報がメモリ129に格納される。

【0101】そして判定器118が、アンテナ毎の最低レベルを大小判定し、アンテナ毎の最低レベルが最も高いアンテナを選ぶようにアンテナ切替器103を制御する。

【0102】DFT処理後の信号を用いてレベル検出を行った場合、DFT回路は1シンボル毎に信号を出力するため、各アンテナ毎に少なくとも1シンボルのパイロットシンボルが必要である。しかし、本実施の形態のようにDFT前の信号を用いた場合、サンプリング周期毎にレベル検出を行うことができるため、アンテナ選択のためのレベル検出に必要なシンボルを低減することができる。

【0103】なお、パイロットシンボルを付加せずに、ガード区間を用いてレベル検出を行うこともできる。

【0104】このように、DFT前の信号をフィルタリングによって複数の帯域に分け、帯域毎の受信レベルを検出し、アンテナ毎に最低レベルとなる帯域を選択し、アンテナ毎の最低レベル帯域の受信レベルが最も高いアンテナを選択することにより、適切なダイバーシチを行うことができ、誤り率特性を改善することができると同時に、復調に要するシンボル数を低減することができる。

【0105】（実施の形態5）本発明の実施の形態5に係るOFDM受信装置は、実施の形態4に係るOFDM受信装置と同様の構成を有し、但し間引回路によってDFT処理に必要なサンプリング周波数を低減させるものである。

【0106】以下、図5を用いて、本実施の形態に係るOFDM受信装置の構成と動作について説明する。図5は、本発明の実施の形態5に係るOFDM受信装置の構成を示すブロック図である。なお、図4と同様の構成には同じ符号を付し、詳しい説明は省略する。

【0107】間引回路501～503は、フィルター401～403の出力信号のサンプリング周波数を低減する。ここでは、例えば、間引回路を3つ設け、フィルター404の出力である最も高い周波数帯域の信号に対してはサンプリング周波数の低減は行わないものとする。

【0108】以下、実施の形態4と同様にアンテナ毎の最低レベル帯域を検出し、アンテナ毎の最低レベル帯域

パーシチを行う。

【0109】このように、フィルタリングを行った後の信号のサンプリング周波数を低減することにより、DFTに必要なサンプリング周波数を低減させ、演算量を減らすことができる。

【0110】（実施の形態6）本発明の実施の形態6に係るOFDM受信装置は、実施の形態5に係るOFDM受信装置と同様の構成を有し、但し平均受信レベルを用いてアンテナ選択を行うものである。

【0111】以下、図6を用いて、本実施の形態に係るOFDM受信装置の構成と動作について説明する。図6は、本発明の実施の形態6に係るOFDM受信装置の構成を示すブロック図である。なお、図5と同様の構成には同じ符号を付し、詳しい説明は省略する。

【0112】積算器601～604は、レベル検出器120～123の出力を積算して平均化処理を行って出力する。以下、実施の形態5と同様に、アンテナ毎の最低レベル帯域を検出し、アンテナ毎の最低レベル帯域の平均受信レベルが最も高いアンテナを選択するようにダイバーシチを行う。

【0113】このように、帯域毎の平均受信レベルを用いてアンテナ選択を行うことにより、アンテナ選択の精度を向上させ、誤り率特性を改善することができる。

【0114】（実施の形態7）本発明の実施の形態7に係るOFDM受信装置は、上記実施の形態1又は実施の形態3から6に係るOFDM受信装置と同様の構成を有し、但しレベル検出器120～123により簡素な構成のものを採用し、より演算量を減らしたものである。

【0115】なお、本実施の形態においては、入力信号がQPSK変調された信号である場合について説明する。

【0116】本実施の形態のレベル検出器は、I成分とQ成分の絶対値から包絡線情報を近似算出し、受信レベルを検出するものである。

【0117】包絡線情報Zは、 $Z = \sqrt{(|I|^2 + |Q|^2)}$  で求めることができるが、二乗和を求めるには比較的多くの演算量を要す。そこで少ない演算量で済むように、 $Z = |I| + |Q|$  で近似的に算出することも考えられるが、この近似式を用いると、最大（位相が45°の時）で、二乗和 $\sqrt{(|I|^2 + |Q|^2)}$  で算出した値の1.414倍、すなわち約41%の誤差を生じ、誤り率特性が劣化する。

【0118】そこで本実施の形態では、ビットシフトにより簡易に行うことができる乗算を用いた近似式を利用する。すなわち、 $|I| > |Q|$  の場合は $Z = |I| + 0.375 \times |Q|$ 、 $|Q| > |I|$  の場合は $Z = |Q| + 0.375 \times |I|$ 、を近似式として用いる。

【0119】図7は、この近似式において $|I| > |Q|$  の時、すなわち $0 \leq \theta \leq 45^\circ$  の範囲、における位相 $\theta$ と推定半径、すなわち振幅、の関係を理論計算で求め

た結果を示したグラフである。このグラフより、上記近似式を用いることによって、二乗和で求めた場合に比べ7%以内の誤差で包絡線情報を得ることができることがわかる。

【0120】以下、図8を用いて、上記近似式を用いて包絡線情報を求め、受信レベルを検出する、本実施の形態に係るOFDM受信装置のレベル検出器について説明する。図8は、本発明の実施の形態7に係るOFDM受信装置のレベル検出器の構成を示すブロック図である。

【0121】DFT後の入力信号の一キャリアのI成分とQ成分は、絶対値検出器801、802に入力される。絶対値検出器801、802は、入力信号の絶対値を取り、減算器805及び加算器810へ出力する。I成分とQ成分の選択は、スイッチ803、804により行われる。減算器805の減算結果は判定器806によって判定され、判定結果はスイッチ803、804の制御に反映される。

【0122】2ビットシフト器807と3ビットシフト器808は、スイッチ804の出力をそれぞれ2ビット及び3ビットシフトさせる。2ビットシフト器807と3ビットシフト器808の出力は、加算器809によって加算される。これにより、上記近似式における0.375の乗算処理がなされる。加算器810は、スイッチ803の出力と加算器809の出力を加算し、包絡線情報を出力する。

【0123】次いで、本実施の形態に係るOFDM受信装置のレベル検出器の動作を説明する。

【0124】I成分とQ成分は、それぞれ絶対値検出器801、802によって絶対値を検出され、 $|I|$ と $|Q|$ が得られる。

【0125】次いで、絶対値検出器801、802の出力（ $|I|$ と $|Q|$ ）は、減算器805で減算処理され、その出力を用いて判定器806が大小判定を行う。又、絶対値検出器801、802の出力（ $|I|$ と $|Q|$ ）は、それぞれスイッチ803、804によって選択され、出力される。スイッチ803、804は判定器806の判定結果に応じて出力する信号を選択する。

【0126】スイッチ803は、判定器806の出力が $|I| > |Q|$ であれば $|I|$ を出力し、 $|Q| > |I|$ であれば $|Q|$ を出力する。スイッチ804は、判定器806の出力が $|I| > |Q|$ であれば $|Q|$ を出力し、 $|Q| > |I|$ であれば $|I|$ を出力する。すなわち、スイッチ803は $|I|$ と $|Q|$ との大きい方を出力し、スイッチ804は $|I|$ と $|Q|$ との小さい方を出力する。

【0127】次いで、スイッチ804から出力された $|I|$ と $|Q|$ の小さい方は、2ビットシフト器807と3ビットシフト器808によってそれぞれ2ビットシフト及び3ビットシフトされる。

【0128】1ビットシフトによって振幅は半分になる



ため、2ビットシフトでは0.25倍、3ビットシフトでは0.125倍となる。従って、2ビットシフト器807の出力信号の振幅は、スイッチ804の出力信号の振幅の0.25倍であり、3ビットシフト器808の出力信号の振幅は、スイッチ804の出力信号の振幅の0.125倍となる。

【0129】次いで加算器809が、2ビットシフト器807の出力信号( $0.25 \times |I|$ 又は $0.25 \times |Q|$ )と3ビットシフト器808の出力信号( $0.125 \times |I|$ 又は $0.125 \times |Q|$ )を加算するため、加算器809の出力信号は、 $0.375 \times |I|$ 又は $0.375 \times |Q|$ となる。

【0130】最後に、加算器810が、スイッチ803の出力信号( $|I|$ 又は $|Q|$ )と、加算器809の出力信号( $0.375 \times |I|$ 又は $0.375 \times |Q|$ )と、を加算し、前記近似式による包絡線情報Zを得ることができる。

【0131】このように、本実施の形態に係るOFDM受信装置は、受信レベルの検出に用いるレベル検出器が、乗算器及びメモリを用いない簡素な構成を採り、包絡線を求めてレベルを検出する方法を採るため、装置が簡素化し、又、必要な演算量を減らすことができる。

【0132】又、包絡線の算出においては、二乗和の演算を行わず、回路上ではビットシフトで実現することができる簡単な乗算と、加算のみからなる近似式を用いることで、更に必要な演算量を減らすことができる。

【0133】本実施の形態においては、入力信号がQPSK変調された信号である場合について説明しているが、入力信号をI成分・Q成分で処理する場合であれば同様に適用することができる。

【0134】(実施の形態8) 本発明の実施の形態8に係るOFDM受信装置は、上記実施の形態1から7に係るOFDM受信装置と同様の構成を有し、但し遅延検波器に乗算器及びメモリを用いないようにして回路規模を低減させたものである。

【0135】以下、図9を用いて、本実施の形態に係るOFDM受信装置について説明する。図9は、本発明の実施の形態8に係るOFDM受信装置の遅延検波器の構成を示すブロック図である。本実施の形態に係る遅延検波器は、位相を求める演算を減らすようにしている。

【0136】なお、本実施の形態においては、入力信号がQPSK変調された信号である場合について説明する。

【0137】入力信号のI成分とQ成分は、それぞれ絶対値検出器901、902により絶対値検出され、減算器903へ出力される。

【0138】又、入力信号のI成分とQ成分は、象限判定器904に入力され、象限が判定される。以下、象限判定器904について詳述する。

る場合、I、Qベースバンド信号の位相 $\theta = \arctan(Q/I)$ を計算する必要があるが、この $\arctan(Q/I)$ は、以下の式①に基づいて近似することができる。

$$\arctan(Q/I) = |I| - |Q| \quad \text{--- ①}$$

【0140】図10は、 $\arctan(Q/I)$ と $|I| - |Q|$ との関係を示したグラフである。このように $\theta = |I| - |Q|$ で近似しても誤差は $1.8^\circ$ 以内に行うことができる。

【0141】象限判定器904は、上記近似式に基づいて、 $|I| - |Q| \approx -4\theta/\pi + 1$ であれば第1象限であると判定し、以下同様に、 $|I| - |Q| \approx 4\theta/\pi - 3$ であれば第2象限、 $|I| - |Q| \approx 4\theta/\pi - 3$ であれば第3象限、 $|I| - |Q| \approx 4\theta/\pi + 1$ であれば第4象限、と判定する。

【0142】次いで、変換器905は、減算器903の出力を象限判定器904の判定結果に応じて変換し、位相 $\theta$ を求める。

【0143】最後に、減算器906は、変換器905の出力と、変換器905の出力を1シンボル遅らせる遅延器907の出力と、を減算し、遅延検波信号を出力する。

【0144】このように本実施の形態によれば、遅延検波器において、乗算器及びメモリを用いて $\arctan(Q/I)$ の演算を行う替わりに、 $|I|$ と $|Q|$ の減算及び位相が属する象限の判定を行うことにより、必要な演算量を削減し、回路規模を低減することができる。

【0145】本実施の形態においては、入力信号がQPSK変調された信号である場合について説明しているが、入力信号をI成分・Q成分で処理する場合であれば同様に適用することができる。

【0146】以上、実施の形態1～8で述べたように、OFDM方式無線通信においては、受信レベルが最も落ち込んだキャリアに回線全体の品質が引きつられて落ちるため、受信レベルが最も低いキャリアを含む信号を捕らえたアンテナは用いないようにし、アンテナ毎の最低受信レベルキャリアの受信レベルが最も高いキャリアを含むアンテナを用いることによって、周波数選択性フェージング下でも適切なアンテナダイバーシチを行うことができる。

【0147】又、受信レベル検出のための振幅算出や同期を取るための位相算出においては、誤差の少ない簡単な近似式を用いることによって、演算量の多い乗算器を省く構造とし、受信装置全体での必要演算量を低減することができる。信号処理速度を早めることができる。

【0148】なお、上記実施の形態1～8において、既知参照信号はパイロットシンボルに限らない。

【0149】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、

パースチを行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の実施の形態 1 に係る OFDM 受信装置の構成を示すブロック図

【図 2】 本発明の実施の形態 2 に係る OFDM 受信装置の構成を示すブロック図

【図 3】 本発明の実施の形態 3 に係る OFDM 受信装置の構成を示すブロック図

【図 4】 本発明の実施の形態 4 に係る OFDM 受信装置の構成を示すブロック図

【図 5】 本発明の実施の形態 5 に係る OFDM 受信装置の構成を示すブロック図

【図 6】 本発明の実施の形態 6 に係る OFDM 受信装置の構成を示すブロック図

【図 7】 本発明の実施の形態 7 に係る OFDM 受信装置のレベル検出器で用いる包絡線情報算出近似式の理論計算結果を示したグラフ

【図 8】 本発明の実施の形態 7 に係る OFDM 受信装置のレベル検出器の構成を示すブロック図

【図 9】 本発明の実施の形態 8 に係る OFDM 受信装置の遅延検波器の構成を示すブロック図

【図 10】 本発明の実施の形態 8 に係る OFDM 受信装置の遅延検波器で用いる位相算出近似式の理論計算結果を示したグラフ

【図 11】 従来の OFDM 受信装置の構成を示すブロッ

ク図

【図 12】 従来の OFDM 受信装置の遅延検波器の構成を示すブロック図

101, 102 アンテナ

103 アンテナ切替器

106 DFT回路

107~110 遅延検波器

111~118 判定器

120~123 レベル検出器

128, 129 メモリ

201~204 減算器

301 積算器

302 スイッチ

303, 304 メモリ

305 減算器

306 判定器

401~404 フィルター

501~503 間引回路

601~604 積算器

20 801, 802 絶対値検出器

807 2ビットシフト器

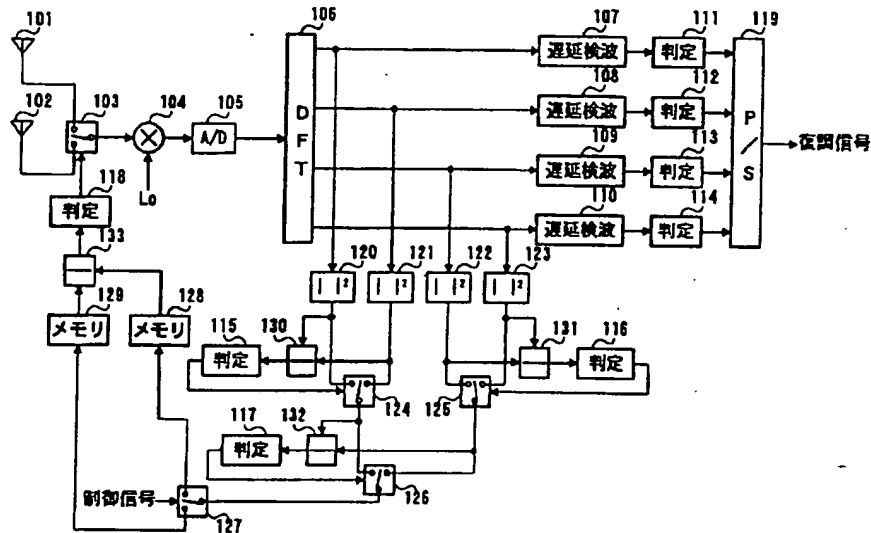
808 3ビットシフト器

901, 902 絶対値検出器

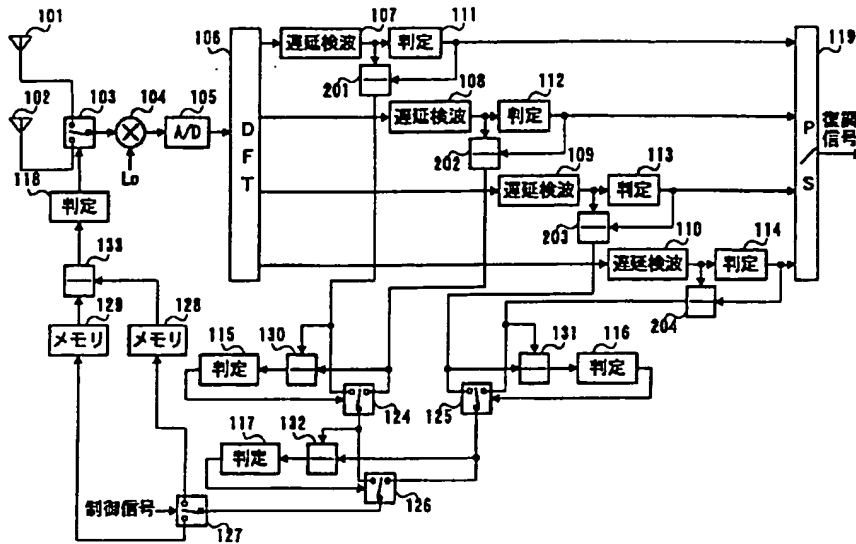
904 象限判定器

905 変換器

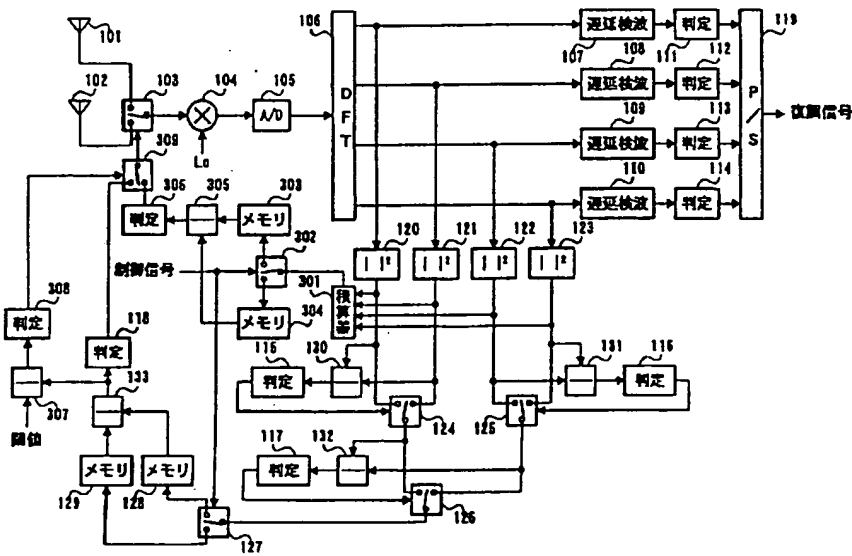
【図 1】



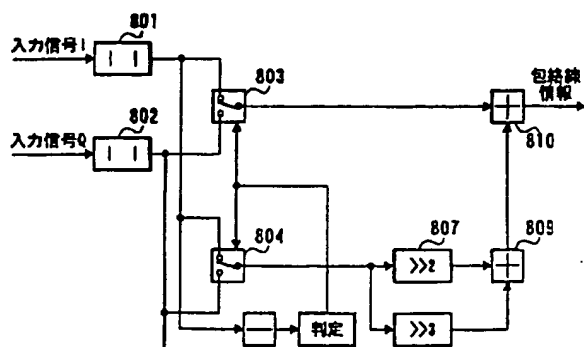
【図 2】



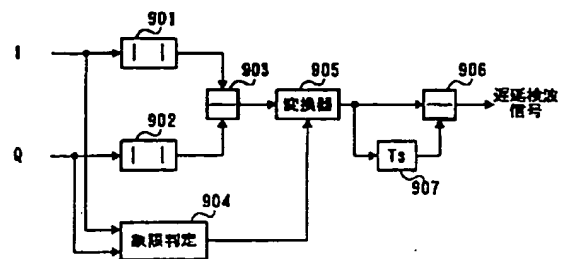
【図 3】



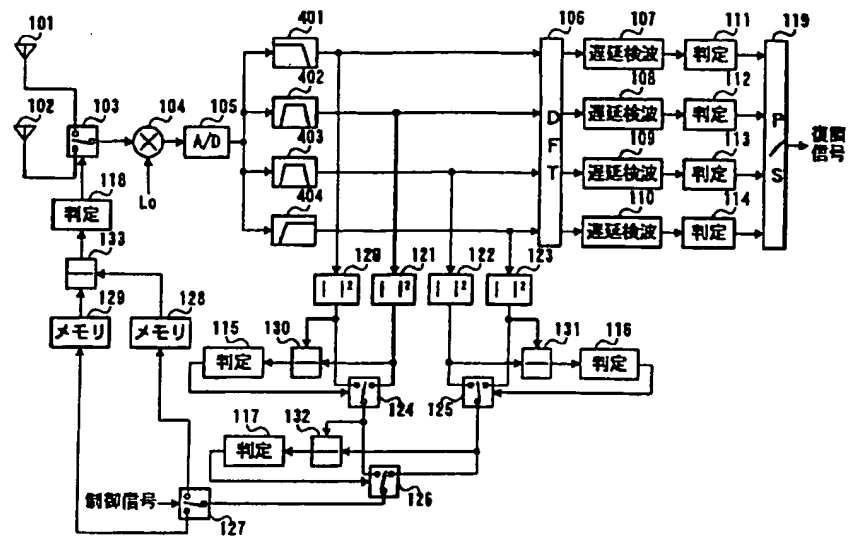
【図 8】



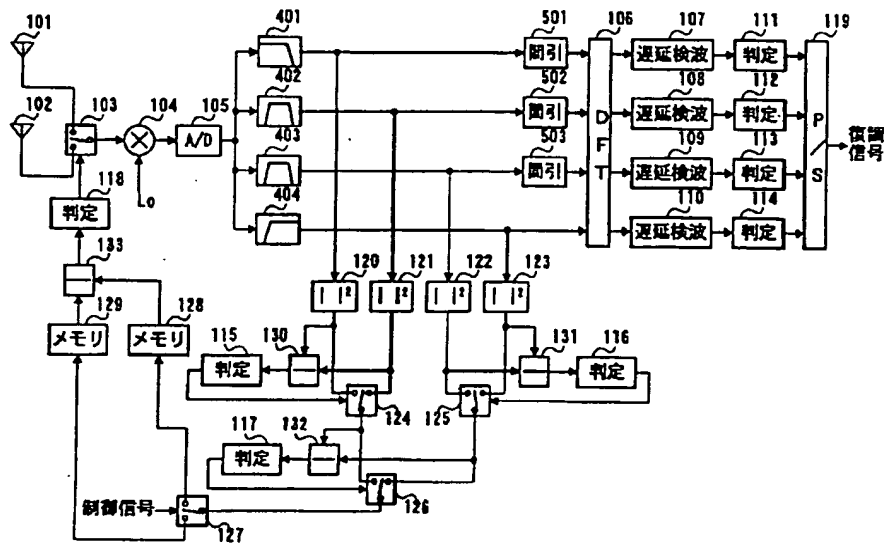
【図 9】



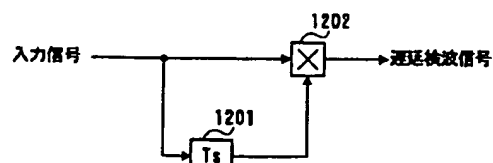
【例 4】



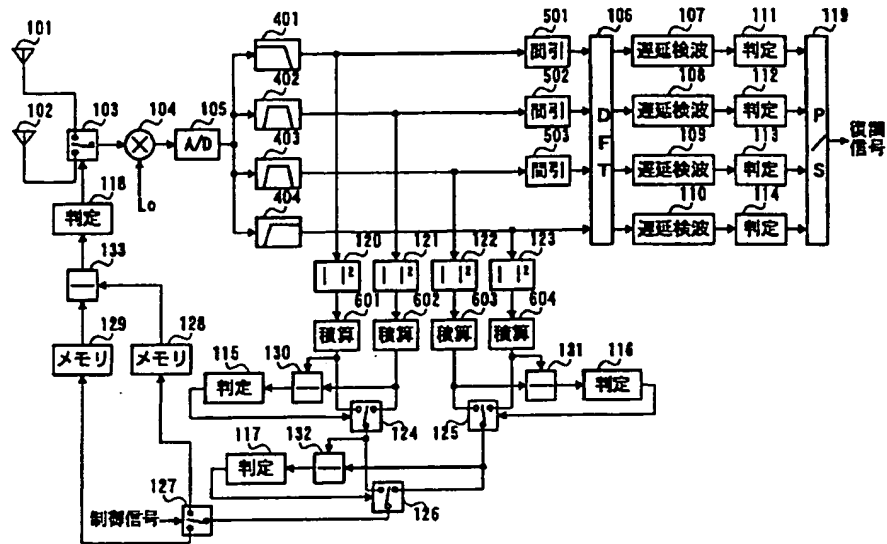
【図5】



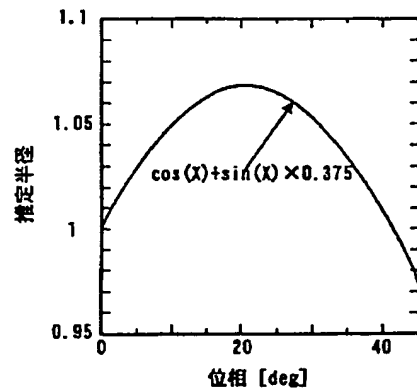
【图 12】



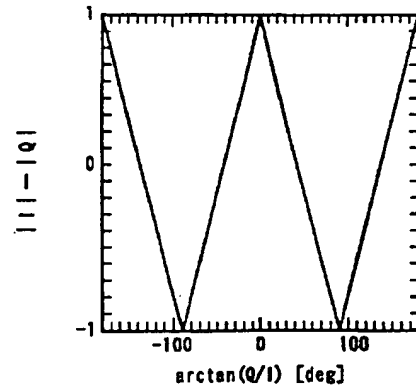
【図 6】



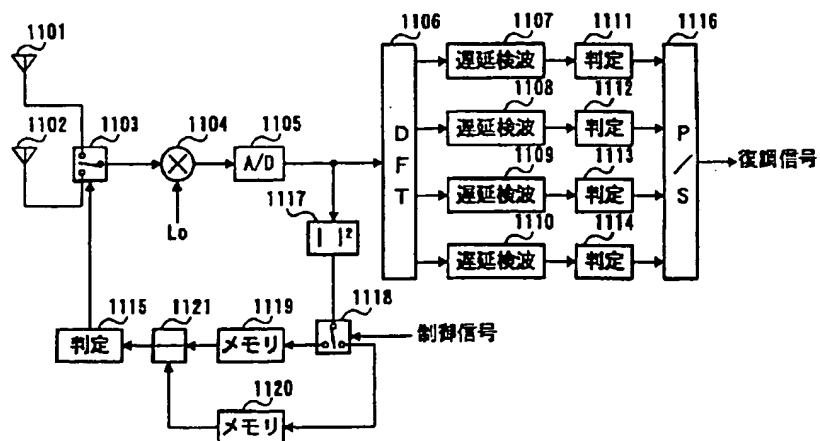
【図 7】



【図 10】



【図 11】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**